

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-84387

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 12/56 29/06		9744-5K	H 0 4 L 11/20 13/00	1 0 2 D 3 0 5 D

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平8-239160

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月10日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 大和 克己

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 勝部 泰弘

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

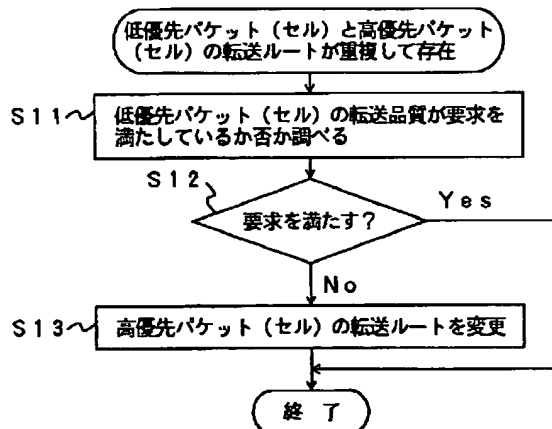
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 パケット転送ルート決定方法およびノード装置

(57) 【要約】

【課題】 ATM網によるデータ転送もしくはルータを介したIPパケット転送を行う際に低い優先権が割り当てられたデータの転送品質の劣化を防ぐためのパケット転送ルート決定方法を提供すること。

【解決手段】 優先権の低いサービス (CLサービス、BEサービス) を要求するデータが被る転送遅延をモニタし、本遅延値が所定の品質を満足しなければ、該サービスを収容する仮想コネクションが設定される物理回線のうち少なくとも1本を共有する、より優先権の高いサービス (Gサービス) を収容する仮想コネクションの設定ルートを、該サービスの要求品質を満足させる条件のもとで変更する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】通信情報の転送単位であるパケットの交換、転送を行うノード装置間において、該ノード装置間に複数存在するルートから各通信情報の転送に用いるものを決定するパケット転送ルート決定方法であって、低優先で転送しても良い第1の通信情報を転送するパケットが通過し得る第1のルートと高優先で転送すべき第2の通信情報を転送するパケットが通過し得る第2のルートが、少なくとも1本の物理回線を共有して設定されている場合、

前記第1の通信情報の転送品質があらかじめ定められた第1の品質を満足しないとき、前記第2の通信情報の転送品質があらかじめ定められた第2の品質を満足させる条件のもとで前記第2のルートを変更させることを特徴とするパケット転送ルート決定方法。

【請求項2】通信情報の転送単位であるパケットの交換、転送を行うノード装置間において、該ノード装置間に複数存在するルートから各通信情報の転送に用いるものを決定するパケット転送ルート決定方法であって、低優先で転送しても良い第1の通信情報を転送するパケットが通過し得る第1のルートとして選択された候補が、既に設定されている高優先で転送すべき第2の通信情報を転送するパケットが通過し得る第2のルートと、少なくとも1本の物理回線を共有する場合、

前記第2のルートを維持したまま前記候補を第1のルートとして設定すると前記第1の通信情報の予想転送品質があらかじめ定められた第1の品質を満足しないとき、前記第2の通信情報の転送品質があらかじめ定められた第2の品質を満足させる条件のもとで前記第2のルートを変更させることを特徴とするパケット転送ルート決定方法。

【請求項3】通信情報の転送単位であるパケットの交換、転送を行うノード装置間において、該ノード装置間に複数存在するルートから各通信情報の転送に用いるものを決定するパケット転送ルート決定方法であって、低優先で転送しても良い第1の通信情報を転送するパケットが通過し得る第1のルートが既に設定されているときに、高優先で転送すべき第2の通信情報を転送するパケットが通過し得る第2のルートを決定する場合、前記第2の通信情報の転送品質があらかじめ定められた第2の品質を満足させる条件のもとで前記第2のルートとして選択された候補が前記第1のルートと少なくとも1本の物理回線を共有するものについては、該候補を前記第2のルートとして設定したときの前記第1の通信情報の予想転送品質とあらかじめ定められた第1の品質との関係を調べた結果をもとにして前記第2のルートを決定することを特徴とするパケット転送ルート決定方法。

【請求項4】前記ノード装置の少なくとも一方に、前記第2の通信情報の転送品質が前記第2の品質を満足することのできる前記第2ルートの候補の情報を保持するこ

とを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載のパケット転送ルート決定方法。

【請求項5】前記第1の通信情報の転送品質が前記第1の品質を満足するか否かについての判断は、該第1の通信情報を送信するノード装置と該第1の通信情報を受信するノード装置との間で前記第1のルートを用いた該第1の通信情報の転送に要した時間を計測することにより行うことを特徴とする請求項1に記載のパケット転送ルート決定方法。

10 【請求項6】前記第1の通信情報の転送品質が前記第1の品質を満足するか否かについての判断は、前記第1の通信情報の転送のために既に確保しているリソース量と前記第1のルート上における残余リソース量との和により得られるリソース量および前記第1の通信情報の到着過程をもとにして行うことを特徴とする請求項1に記載のパケット転送ルート決定方法。

【請求項7】前記第1の通信情報の予想転送品質が前記第1の品質を満足するか否かについての判断は、既設定の前記第1のルート上を転送される第1の通信情報のトラヒックに関する情報の観測値、および前記第1の通信情報の転送のために既に確保しているリソース量と前記第1のルート上における残余リソース量との和により得られるリソース量をもとにして行うことを特徴とする請求項2に記載のパケット転送ルート決定方法。

【請求項8】前記第1の通信情報の予想転送品質が前記第1の品質を満足するか否かについての判断は、既設定の前記第1のルート上を転送される第1の通信情報のトラヒックに関する情報の観測値または申告値、および前記第1の通信情報の転送のために既に確保しているリソース量と前記第1のルート上における残余リソース量との和により得られるリソース量をもとにして行うことを特徴とする請求項3に記載のパケット転送ルート決定方法。

【請求項9】前記ルートは、所定のルーティングポリシーにしたがって仮想コネクションが設定されるルートであることを特徴とする請求項1ないし8のいずれか1項に記載のパケット転送ルート決定方法。

【請求項10】通信情報の転送単位であるパケットの転送に用いるルートを、自ノード装置と他ノード装置との間に複数存在するルートから選択するノード装置であって、低優先で転送しても良い第1の通信情報の転送品質の値またはその予測値を調べる手段と、この値をもとにして高優先で転送すべき第2の通信情報を転送するパケットが通過し得るルートを制御する手段とを備えたことを特徴とするノード装置。

【請求項11】前記ルートは、所定のルーティングポリシーにしたがって仮想コネクションが設定されるルートであることを特徴とする請求項10に記載のノード装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ATM（非同期転送モード）網上での情報通信の際に行われる仮想コネクションの設定や、ルータのような通信ノード間にて情報転送単位であるパケットを介した情報通信の際に行われるパケットの転送ルート決定などを行うパケット転送ルート決定方法およびノード装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ATM網による通信を行う際、送信ノードと受信ノードとの間で、あらかじめ仮想コネクションを設定した後に、転送すべき情報をセルと呼ばれる固定長の情報単位に分割、変換してから、転送を行う。仮想コネクションを設定する際には、本仮想コネクションに収容されるセルトラフィックが要求するサービス品質を満足させることができるか否かをあらかじめ判断し、可能であれば、このサービス品質を提供させるのに十分なリソース量を確保した後に、本仮想コネクションを設定する（コネクション受付制御）。なお、ここで言うリソース量とは、例えば帯域量などを表す。

【0003】セル転送に対して、ATM網が提供するサービスには、例えば以下に述べるようなものが存在する。

・CBR（Constant Bit Rate）サービス：常に一定速度（PCR：Peak Cell Rate）でのセル転送を提供するサービス。ユーザより申告されるPCR（場合によってはセル遅延揺らぎの許容値）でのセル転送を満足させるリソースを仮想コネクション上に確保する。

【0004】・VBR（Variable Bit Rate）サービス：長期間で見たときの平均速度（SCR：Sustainable Bit Rate）を従順する条件のもとで、最大速度PCR、バースト許容値（BT：Burst Tolerance）でのバースト的なセル転送を提供するサービス。ユーザより申告されるPCR、SCR、BT（場合によってはセル遅延揺らぎの許容値）でのセル転送を満足させるリソースを仮想コネクション上に確保するが、通常は、SCRでのセル転送に必要なリソースを確保する。

【0005】・ABR（Available Bit Rate）サービス：最小セル転送速度（MCR：Minimum Cell Rate）を下回らない範囲で、網よりフィードバックされる網内の輻輳情報をもとに、輻輳を起こさせないセル転送速度を随時算出し、セル転送を提供するサービス。MCRを下回らないセル転送を満足させるリソースを仮想コネクション上に確保する。

【0006】・UBR（Unspecified Bit Rate）サービス：セルの転送に際し、いかなる品質も要求しないサービス。リソースの確保は行わない。

【0007】ATM網内に位置する、ATM交換機等より構成されるATMノードでは、異なる複数の仮想コネクションより受信したセルの転送を行う際に、仮想コネ

クションにて提供する各々のサービス種別に基いた、セル送出のスケジューリングが行われる。具体的なスケジューリング方式として、例えば、より厳しいサービス品質を要求するセルは優先して送出するという、完全優先制御方式が存在する。上記のサービス例では、ATMノードにおいてCBRコネクションより受信したセルが存在する場合は、該本セル（CBRサービスを要求するセル）を送出し、CBRコネクションより受信したセルが存在しなければ、次にVBRコネクションより受信したセルが存在するか否かを調べ、存在すれば該セルを送出し、以下、ABRサービス、UBRサービスの順にて、該サービスを要求するセルの送出が行われる。これにより、より厳しいサービス品質を要求するセルのATMノード内での送出待ち遅延を減少させる。

【0008】上記に示したセル転送のスケジューリングが行われている場合、CBRサービスを要求するセルは、他のサービスを要求するセルのATMノード内での有無に関係なく、優先して転送されるが、VBR、ABR、UBRサービスを要求するセルは、自らより高い優先権が割り当てられたサービスを要求するセルがATMノード内に存在しない場合にしか、転送されない。特に、UBRサービスを要求するセルは、より高い優先権を持つ上記3種類のサービスを要求するセルがATMノード内に存在しない場合にはじめて転送される。そのため、VBR、ABR、UBRサービスを要求するセルは、自らより高い優先権が割り当てられたサービスを要求するセルの到着過程の影響を受け、転送機会が与えられるまでATMノードにて蓄積され、その結果、セル送出待ち遅延が生じてしまう。特に、UBRサービスを要求するセルが被るセル送出待ち遅延は非常に大きくなり、場合によっては、ATMノード内のセル蓄積バッファを溢れてしまうことがある。VBRサービスの場合は、上記に示したSCRでのセル転送に必要なリソースは確保されているので、長期的に見れば上記の蓄積セルは送出されるが、SCRを上回る速度でのセル送出（例えば、申告値であるPCRでのセル送出）は不可能となってしまう。ABRサービスの場合も同様に、MCRでのセル転送は確実にされるが、それを上回る速度でのセル転送の可否は、CBRサービス、もしくはVBRサービスを要求する他のセルの送出状況に依存する。UBRサービスの場合は、仮想コネクションにおいて網リソースを確保しないため、最低限のセル転送サービスの保証さえも与えられず、巨大なセル転送遅延、セル廃棄を被ることとなり、ユーザにとって満足のいくサービスを提供できない。

【0009】上記問題は、ATM網による通信以外の通信を行う場合においても生じてしまう。例えば、IP（Internet Protocol）パケットの転送を行うIPルータを用いて通信を行うインターネット環境において、エンドツーエンドでのIPパケット遅延の上限値を保証す

5

る Guaranteed サービス（以下では、Gサービスと略する）、保証すべき遅延値は存在しないが、網の輻輳の有無に依存しない低遅延、低廃棄な I P パケット転送を保証する Controlled Load サービス（以下では、C L サービスと略する）、I P パケット転送に関していかなる保証も行わない BestEffort サービス（以下では、B E サービスと略する）の 3 種類のサービスを提供する場合を考える。

【0010】上記サービスを提供するインターネット上の I P ルータにおいて、G サービスを要求する I P パケットが存在するならば、C L サービス、B E サービスを要求する I P パケットに先んじて I P パケットを送出し、G サービスを要求する I P パケットが存在しなければ、次に C L サービスを要求する I P パケットが存在するか否かを調べ、B E サービスを要求する I P パケットに先んじて I P パケットを送出するという完全優先制御によるスケジューリングを提供している場合、C L サービス、B E サービスを要求する I P パケットは、より高い優先権が与えられているサービスを要求する I P パケットがルータ内に存在しない場合のみ転送が許されるので、高速な I P パケット転送が不可能となってしまう。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記したように従来のパケット転送では、低優先で転送しても良いパケットが通過し得るルートと高優先で転送すべきパケットが通過し得るルートに重複部分が存在すると、優先制御のために低優先で転送しても良いパケットの被るサービス品質が大きく低下してしまうおそれがあった。特に完全優先制御を行ったときにこの問題が顕著に現れる。

【0012】本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、低優先で転送しても良いパケットが通過し得るルートと重複する部分に高優先で転送すべきパケットが通過し得るルートが存在することにより低優先で転送しても良いパケットの被るサービス品質が大きく低下することを回避可能なパケット転送ルート決定方法およびノード装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明（請求項 1）は、通信情報の転送単位であるパケットの交換、転送を行うノード装置間において、該ノード装置間に複数存在するルートから各通信情報の転送に用いるものを決定するパケット転送ルート決定方法であって、低優先で転送しても良い第 1 の通信情報を転送するパケットが通過し得る第 1 のルートと高優先で転送すべき第 2 の通信情報を転送するパケットが通過し得る第 2 のルートが、少なくとも 1 本の物理回線を共有して設定されている場合、前記第 1 の通信情報の転送品質があらかじめ定められた第 1 の品質を満足しないとき、前記第 2 の通信情報の転送品質があらかじめ定められた第 2 の品質を満足させる条件

(4)

特開平 10-84387

6

のもとで前記第 2 のルートを変更させることを特徴とする。

【0014】本発明（請求項 2）は、通信情報の転送単位であるパケットの交換、転送を行うノード装置間において、該ノード装置間に複数存在するルートから各通信情報の転送に用いるものを決定するパケット転送ルート決定方法であって、低優先で転送しても良い第 1 の通信情報を転送するパケットが通過し得る第 1 のルートとして選択された候補が、既に設定されている高優先で転送すべき第 2 の通信情報を転送するパケットが通過し得る第 2 のルートと、少なくとも 1 本の物理回線を共有する場合、前記第 2 のルートを維持したまま前記候補を第 1 のルートとして設定すると前記第 1 の通信情報の予想転送品質があらかじめ定められた第 1 の品質を満足しないとき、前記第 2 の通信情報の転送品質があらかじめ定められた第 2 の品質を満足させる条件のもとで前記第 2 のルートを変更させることを特徴とする。

【0015】本発明（請求項 3）は、通信情報の転送単位であるパケットの交換、転送を行うノード装置間において、該ノード装置間に複数存在するルートから各通信情報の転送に用いるものを決定するパケット転送ルート決定方法であって、低優先で転送しても良い第 1 の通信情報を転送するパケットが通過し得る第 1 のルートが既に設定されているときに、高優先で転送すべき第 2 の通信情報を転送するパケットが通過し得る第 2 のルートを決定する場合、前記第 2 の通信情報の転送品質があらかじめ定められた第 2 の品質を満足させる条件のもとで前記第 2 のルートとして選択された候補が前記第 1 のルートと少なくとも 1 本の物理回線を共有するものについては、該候補を前記第 2 のルートとして設定したときの前記第 1 の通信情報の予想転送品質とあらかじめ定められた第 1 の品質との関係を調べた結果をもとにして前記第 2 のルートを決定することを特徴とする。

【0016】例えば、第 2 のルートとして選択された候補について、第 1 の通信情報の予想転送品質があらかじめ定められた第 1 の品質を満足させる場合に、第 2 のルートを該候補に決定する。もし最終的に第 1 の通信情報の予想転送品質があらかじめ定められた第 1 の品質を満足させるようなルートが存在しない場合には、予想転送品質が第 1 の品質に最も近いような候補を第 2 のルートとして決定する。

【0017】本発明（請求項 4）は、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のパケット転送ルート決定方法において、前記ノード装置の少なくとも一方に、前記第 2 の通信情報の転送品質が前記第 2 の品質を満足することのできる前記第 2 ルートの候補の情報を保持することを特徴とする。

【0018】本発明（請求項 5）は、請求項 1 に記載のパケット転送ルート決定方法において、前記第 1 の通信情報の転送品質が前記第 1 の品質を満足するか否かにつ

いての判断は、該第1の通信情報を送信するノード装置と該第1の通信情報を受信するノード装置との間で前記第1のルートを用いた該第1の通信情報の転送に要した時間を計測することにより行うことを特徴とする。

【0019】本発明（請求項6）は、請求項1に記載の packets 転送ルート決定方法において、前記第1の通信情報の転送品質が前記第1の品質を満足するか否かについての判断は、（例えば前記第1のルート上に位置するルータまたは通信網において、）前記第1の通信情報の転送のために既に確保しているリソース量（例えば帯域量）と前記第1のルート上における残余リソース量（いかなる通信情報によっても確保されていないリソース量）との和により得られるリソース量および前記第1の通信情報の到着過程をもとにして行うことを特徴とする。

【0020】本発明（請求項7）は、請求項2に記載の packets 転送ルート決定方法において、前記第1の通信情報の予想転送品質が前記第1の品質を満足するか否かについての判断は、既設定の前記第1のルート上を転送される第1の通信情報のトラヒックに関する情報（例えば、トラヒック量、トラヒック特性）の観測値、および前記第1の通信情報の転送のために既に確保しているリソース量（例えば帯域量）と前記第1のルート上における残余リソース量（いかなる通信情報によっても確保されていないリソース量）との和により得られるリソース量をもとにして行うことを特徴とする。

【0021】本発明（請求項8）は、請求項3に記載の packets 転送ルート決定方法において、前記第1の通信情報の予想転送品質が前記第1の品質を満足するか否かについての判断は、既設定の前記第1のルート上を転送される第1の通信情報のトラヒックに関する情報（例えば、トラヒック量、トラヒック特性）の観測値または申告値、および前記第1の通信情報の転送のために既に確保しているリソース量（例えば帯域量）と前記第1のルート上における残余リソース量（いかなる通信情報によっても確保されていないリソース量）との和により得られるリソース量をもとにして行うことを特徴とする。

【0022】本発明（請求項9）は、請求項1ないし8のいずれか1項に記載の packets 転送ルート決定方法において、前記ルートは、所定のルーティングポリシーにしたがって仮想コネクションが設定されるルートであることを特徴とする。

【0023】本発明（請求項10）は、通信情報の転送単位である packets の転送に用いるルートを、自ノード装置と他ノード装置との間に複数存在するルートから選択するノード装置であって、低優先で転送しても良い第1の通信情報の転送品質の値またはその予測値を調べる手段と、この値をもとにして高優先で転送すべき第2の通信情報を転送する packets が通過し得るルートを制御（未設定のものについては設定あるいは既設定のものに

ついては必要な変更）する手段とを備えたことを特徴とする。

【0024】本発明（請求項11）は、請求項10に記載のノード装置において、前記ルートは、所定のルーティングポリシーにしたがって仮想コネクションが設定されるルートであることを特徴とする。

【0025】本発明によれば、優先権が低いサービスが被るサービス品質が満足いくものでない場合に、本サービスを要求する packets の転送ルートが通過する物理回線のうち少なくとも1本の物理回線を通過する、優先権が高いサービスを要求する packets の転送ルートを変更することにより、優先権が低いサービスに与えられるサービス機会、物理回線上のリソースが増加するため、より良いサービス品質を得ることが期待できる。

【0026】より具体的には本発明によれば、例えば、優先権が低い CL サービスあるいは BE サービスが被るサービス品質が満足いくものでない場合に、本サービスを要求する packets を収容する優先権が低い VBR コネクション、ABR コネクションあるいは UBR コネクションが設定される物理回線のうち少なくとも1本の物理回線を通過する、優先権が高い G サービスを要求する packets を収容する優先権が高い CBR コネクションの設定ルートを変更することにより、優先権が低いサービスに与えられるサービス機会、物理回線上のリソースが増加するため、より良いサービス品質を得ることが期待できる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る IP packets 通信網の基本構成の一例である。

【0028】本通信網はルータ間での IP packets の通信を提供するもので、ルータ A（図中121）とルータ B（図中122）の間は ATM 網 11 を介して接続され、ルータで IP packets をセルに分割、変換を行った後に、ATM 網を用いて通信を行う。ATM 網 11 は複数の ATM 交換機により構成され、ルータ A—ルータ B 間で複数のルートを設定し得る。ここでは、ATM 網 11 は、ATM 交換機 SWa～SWe（図中131～135）により構成されるものとする。また、ルータ A は SWa と ATM レイヤにて定義されるインタフェースを介して物理的に接続され、ルータ B は SWe と ATM レイヤにて定義されるインタフェースを介して物理的に接続されているものとする。

【0029】ここで、ルータ A—SWa—SWb—SWe—ルータ B のルートにて、ルータ A—ルータ B 間に2つの仮想コネクション（図中の141と142）が設定されているものとする。仮想コネクション141では UBR サービスを提供し、仮想コネクション142では CBR サービスを提供するものとする。なお、以下では、UBR サービスを提供する仮想コネクションを UBR コ

ネクションと記述し、CBRサービスを提供する仮想コネクションをCBRコネクションと記述する。

【0030】ルータAは、ルータBに対して、Gサービスを要求するIPパケットと、BEサービスを要求するIPパケットを送信している。Gサービスを要求するIPパケットは、ルータAにてセル化された後にCBRコネクション142によってルータB宛に転送され、BEサービスを要求するIPパケットは、ルータAにてセル化された後にUBRコネクション141によってルータB宛に転送されるものとする。ルータBでは、CBRコネクション、UBRコネクションによって送出された各々のセルを再びIPパケットに組み直し、IPパケット内に記載されている送出先アドレス宛へ、本パケットを送出する。

【0031】図1において、ルータA(121)、SWa~SWe(131~135)には、CBRコネクション(142)により送出されるセルとUBRコネクション(141)により送出されるセルの転送順序を制御するスケジューリング機能が搭載されている。

【0032】スケジューリング機能としては、図2に示すように、CBRコネクションに属するセルに高い優先権を割り当てる完全優先制御を実現するのが一般的である。この場合、CBRセル収容キュー12に蓄積されているセルが存在すれば、即座に本セルを送出し、CBRセル収容キュー12にセルが蓄積されていない場合に限り、UBRセル収容キュー13に蓄積されているセルを送出するよう、スケジューリング部15がセル送出制御を行う。なお、本スケジューリング機能を一般的に表現すると、以下のようにまとめられる。「n種類($n \geq 2$)の異なるサービスに優先権の順序を割り当てた場合、i番目に高い優先権が与えられたサービス($1 \leq i \leq n$)を要求するセルは、 $j < i$ を満たすj番目に高い優先権が与えられたサービスを要求するセルが存在しない場合に限り、転送が許可される。」

図2に示すような完全優先制御が行われている場合、UBRサービスのように他のサービスに比べて低い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送機会は少なくなるため、完全優先制御に基づくスケジューリングが行われているATM交換機でのセル転送待ち遅延が大きくなってしまい、その結果、UBRコネクションの終端点から終端点へのセル転送遅延(図1ではルータAよりルータBへのIPパケット転送遅延)が非常に大きくなる可能性がある。

【0033】そこで、本実施形態では、低い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送遅延が大きくなるのを防ぐために、同一ルートを用いて転送されているより高い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートを、低い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートとは異なるルートとなるように変更する。

【0034】このような制御手順の一例を図3のフローチャートに示す。低い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートと高い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートが、少なくとも1本の物理回線を共有して設定されている場合、適当な時間間隔、例えば所定の周期で、低い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送品質(もしくは、該セルにより転送されるIPパケットの転送品質)が要求品質を満たしているかどうか調べる(ステップS11)。そして、満たしていないと判断された場合は(ステップS12)、高い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートを変更する(ステップS13)。

【0035】ただし、異なるルートとしては、高い優先権のセルに満足のいく転送品質を提供できることが条件であり、そのようなルートが他に存在しない場合には、ルートの変更は行わない。

【0036】図4は、ルータAからルータBに対して設定されているCBRコネクション142(ルータA-SWa-SWb-SWe-ルータB)を、UBRコネクション141とは別のルートを通るCBRコネクション143(ルータA-SWa-SWc-SWd-SWe-ルータB)へ張り替える例を示している。図4のCBRコネクションの張り替えは、UBRコネクション141上を転送されるセルが、SWa(131)、SWb(132)において、本セルよりも高い優先権が割り当てられるCBRコネクション142上を転送されるセルの影響を受け、被ってしまうセル転送待ち遅延を減少させることを可能とする。その結果、ルータAとルータBでのエンドツーエンドのセル転送遅延値がより小さな値となる。

【0037】ここで示したCBRコネクションの張り替え例では、ルータAとルータBとの間をUBRコネクション141を用いることにより転送されるIPパケット(ここでは、BEサービスを要求するIPパケット)が被る転送品質が満足のいかないものであるとルータA(もしくはルータB)が判断すれば、ATM網11内でのCBRコネクションの張り替えを行う旨の指示をルータA(もしくはルータB)が行い、データの送受信を行うインタフェース部の変更は行わない。つまり、上記のCBRコネクションを用いて転送されるIPパケットのルート変更は、ATM網レベルでのみ行われ(すなわちCBRコネクションの再設定により行われ)、IPレベルでのルーティングの変更は不要である。

【0038】また、図4の例で示すように、BEサービスを要求するIPパケットが満足のいく転送品質を得られないと判断したルータA(もしくはルータB)は、現在設定されているCBRコネクション142を解放し、新たなCBRコネクション143を設定するよう、ATM網11に対して通知する。このとき、新たなCBRコネクションの設定ルートは、ルータA(もしくはルータ

B)においてあらかじめ決定したルートとなるようATM網11に対して通知する方法や、ルータA(もしくはルータB)においては新たなCBRコネクションの設定ルートをATM網11に対して指示することなく、ATM網11の判断によりルートを決定する方法などが考えられる。

【0039】図5は、本発明の一実施形態に係るIPパケット通信網の基本構成の他の例である。図5のIPパケット通信網が図1のIPパケット通信網と異なる点は、ルータA(421)とルータB(422)とを接続するATM網の候補が複数存在する点である。ここでは、複数のATM網の候補として、2つのATM網a及びATM網bが存在するものとする。ATM網a(411)は、ATM交換機SWa~SWe(431~435)により構成され、ATM網b(412)は、ATM交換機SWf~SWi(436~439)により構成されるものとする。また、ルータAはATM網a内のSWa、ATM網b内のSWfとATMレイヤにて定義されるインタフェースを介して物理的に接続され、ルータBはATM網a内のSWe、ATM網b内のSWiとATMレイヤにて定義されるインタフェースを介して物理的に接続されているものとする。

【0040】IPパケット転送を行うためのルータA、ルータBおよび各交換機の動作は基本的には前述と同様である。また、ここでも図2に示すような完全優先制御が行われているものとする。

【0041】ここで、ルータA-SWa-SWb-SWe-ルータBのルートにて、ルータA、ルータB間には、UBRコネクション441とCBRコネクション442が設定されているものとする。

【0042】図5のIPパケット通信網において、高い優先権を割り当てられた仮想コネクションの張り替えを行う場合、現在既に設定されているATM網内に閉じて仮想コネクションの張り替えを行う方法と、現在設定されているATM網とは異なるATM網内に仮想コネクションを新たに設定する方法が考えられる。

【0043】前者の場合は、例えば図4に示すような仮想コネクションの張り替えが行われる。以下では、後者の場合について、高い優先権を割り当てられた仮想コネクションであるCBRコネクションの張り替えについて図6の具体例を用いながら説明する。

【0044】図6では、ルータAからルータBに対して設定されているCBRコネクション442(ルータA-SWa-SWb-SWe-ルータB)を、UBRコネクション441とは別のルートを通るCBRコネクション443(ルータA-SWf-SWg-SWi-ルータB)へ張り替えている。

【0045】この例では、ルータAとルータBとの間をUBEコネクション441を用いることにより転送されるIPパケット(ここでは、BEサービスを要求するI

Pパケット)が被る転送品質が満足のいかないものであるとルータA(もしくはルータB)が判断すれば、ATM網a内にて設定されていたCBRコネクション442を、ATM網b内を通るように張り替えを行う旨の指示をルータA(もしくはルータB)が行う。上記のCBRコネクションの張り替えを行うことにより、CBRコネクションを用いて転送されるIPパケットが通過するATM網が変更となるので(ATM網a→ATM網b)、ルータA、ルータBでは、本IPパケットの送受信を行うインタフェース部の変更を行う。つまり、上記のCBRコネクションを用いて転送されるIPパケットのルート変更は、ATM網レベル(CBRコネクションの再設定)、IPレベル(インタフェース部の変更)それぞれにおいて行われることとなる。

【0046】また、図6の例で示すように、BEサービスを要求するIPパケットが満足のいく転送品質を得られないと判断したルータA(もしくはルータB)は、現在設定されているCBRコネクション442を解放するようATM網a(411)に対して通知するとともに、新たなCBRコネクションを設定するようATM網b(412)に対して通知する。このとき新たなCBRコネクションの設定ルートは、ルータA(もしくはルータB)においてあらかじめ決定したルートとなるようATM網b(412)に対して通知する方法や、ルータA(もしくはルータB)においては新たなCBRコネクションの設定ルートをATM網b(412)に対して指示することなく、ATM網(412)の判断によりルートを決定する方法などが考えられる。なお、IPパケットの送信側であるルータA(421)においては、上記のCBRコネクションを用いて転送されるGサービスを要求するIPパケットの送出先インタフェースを、ATM網aに接続されているインタフェースからATM網bに接続されているインタフェースへ変更する。また、IPパケットの受信側であるルータB(422)においても、必要であれば、前記IPパケットを受信するインタフェースが、ATM網aに接続されているインタフェースからATM網bに接続されているインタフェースに変更になったことを認識する。

【0047】なお、図5に示すようにルータ間を接続するATM網の候補が複数存在するIPパケット通信網において、高い優先権を割り当てられた仮想コネクションの張り替えを行う場合、可能であれば現在既に設定されているATM網内に閉じて仮想コネクションの張り替えを行い、それが可能でなければ現在設定されているATM網とは異なるATM網内に仮想コネクションを新たに設定するように制御すると好ましい。

【0048】次に、高い優先権のセルを收容するCBRコネクションのルートの選択/決定方法の一例を示す。図7は、CBRコネクションの設定可能なルートの候補を示す表の一例である。本表は図5におけるルータAも

10

20

30

40

50

しくはルータBにて保持され得るが、図7ではIPパケットの送出元ルータであるルータAにて保持される表の一例を示している。

【0049】本表では、「宛先ルータ」、「宛先ルータへのCBRコネクション設定可能ルート」、「各ルータを用いた転送を行う際に選択する出力ポート」、「各ルータを採用した場合の最低保証品質」（図7の例では、IPパケット転送に要する最大遅延値）といった情報を、それぞれ対応付けて保持している。なお、図7の例では、最低保証品質をIPパケット転送に要する最大遅延値としている。本表にて保持する上記各情報は、例えば、ATMフォーラムのPNNI（Private Network Node Interface）にて規定されるルーティングプロトコルを用いることにより入手することができる。

【0050】ルータAとルータBの間にてCBRコネクションを設定あるいは再設定する際、ルータAは、ルータ間を接続するCBRコネクションのルートの候補を図7に示すような表を用いることにより認識し、そして本CBRコネクションを用いて転送を行うIPパケットフローについてあらかじめ要求されているパケット転送品質を満足するルートを、本表内の最低保証品質情報を参照することにより選択／決定し、そのルート上にCBRコネクションを新たに設定する。

【0051】なお、新たにCBRコネクションを設定することにより、本CBRコネクションが設定されるルート上の残余リソースが減少されるので、本表内の最低保証品質情報を再算出し、更新する。また、既設定のCBRコネクションを解放する際にも、それに伴い本コネクションが設定されていたルート上の残余リソース量が増加されるので、本表内の最低保証品質情報を再算出し、更新する。

【0052】次に、UBRコネクションを用いた転送が行われているBEサービスを要求するIPパケットが被る転送品質を、送信側ルータAにて点検する方法について、いくつかの例を説明する。本実施形態では、上記転送品質がパケット転送遅延値である場合を例にとって説明する。

【0053】上記転送品質の点検方法の一つとして、制御パケットをルータAにて生成し、本制御パケットが被る転送品質をルータBを介してルータAが認識するという方法が考えられる。すなわち、図8に示すように、「制御パケットである旨が記された情報」（751）、「転送先ルータのアドレス」（752）、「制御パケットを挿入するフローの識別子」（753）、「転送時刻 t_a 」（754）が少なくとも記された制御パケット75をルータA（721）にて周期的に生成し、ルータB（722）宛に送出する。本制御パケットを受信したルータBでは、本制御パケットに記されている転送時刻 t_a と現時刻 t_b より、パケット転送に要した所要時間（ $t_b - t_a$ ）を算出し、本所要時間をルータAに対し

て通知する（図中76）。本所要時間を受信したルータAでは、本所要時間がBEサービスを要求するIPパケットに対して提供する転送遅延値として満足のいく値であるか否かを判断し、満足のいかない値であれば、本UBRコネクションと同一のルート上に設定されているCBRコネクションのルートを変更するよう動作する。なお、本方法を実行する際には、ルータAとルータBにおいて計測される時刻を一致させる必要がある。

【0054】上記に示した方法とは異なる転送品質の点検方法の一つとして、BEサービスを要求するIPパケットを収容するUBRコネクションが設定されているルート上の空き帯域量をもとに判断を行う方法が考えられる。この方法では、ルータAは、本ルートが物理インタフェースを介して接続されるATM網内の各リンクにおける空き帯域量（いかなる仮想コネクションによっても確保されていない帯域量）に関する情報を、例えばPNNIにて規定されるルーティングプロトコルを用いて周期的に取得し、本情報をもとに、上記UBRコネクションが設定されているルート上の空き帯域量を算出し、本帯域量が、上記UBRコネクション上に収容されるIPパケットの高速な転送に適当な量であるか否かを判断することにより行われる。

【0055】具体的な判断基準のいくつかの例を以下に示す。

（1）BEサービスを要求するIPパケットの平均転送速度が本帯域量を上回るならば、CBRコネクションのルートを変更する。

（2）BEサービスを要求するIPパケットの最大転送速度の（ $100 \times \alpha$ ）%値が本帯域量を上回るならば、CBRコネクションのルートを変更する（ただし、 $0 < \alpha < 1$ 、かつ、 $\alpha \times (\text{最大転送速度}) > (\text{平均転送速度})$ ）。

（3）BEサービスを要求するIPパケットの最大転送速度が本帯域量を上回るならば、CBRコネクションのルートを変更する。

【0056】BEサービスを要求するIPパケットのより高速な転送を要求する場合には、上記基準のうち、

（2）または（3）を採用することが望ましい。また、上記IPパケットの平均転送速度、最大転送速度は、一定時間ルータAにて観測した値を採用する方法、もしくは、あらかじめ本IPパケットの送出元より申告された値を採用する方法等が考えられる。

【0057】次に、図9に本発明の一実施形態に係るルータの基本構成の一例を示す。本ルータ（m入力n出力ルータ）は、入力ポート811～81m、IPパケット交換部82、出力ポート831～83n、出力ポート選択部84、CL/BE品質モニタ部85、Gサービス/CBRコネクションルート制御部86、CBRコネクション出力ポート/ルート候補表87を備えている。また、各入力ポートは、セル受信部811i、パケット組

立部8112を有し、各出力ポートは、パケット蓄積バッファ8311、パケットセル化部8312、セル蓄積バッファ8313、セル送出サーバ8314、ATMレイヤ制御部8315を有している。

【0058】本ルータに到着したIPパケットは、本パケットが属するフローに基づき、IPパケット交換部82にて対応する出力ポートへ送出される。なお、IPパケットがATMセルにて本ルータに到着した場合は、まず到着した入力ポート内のセル受信部8111にて受信され、パケット組立部8112にて複数のATMセルからIPパケットに変換した後に、上記と同様の処理がなされ、出力ポートへ送出される。

【0059】出力ポートでは、受け取ったIPパケットが要求するサービス（G/CL/BEサービス）をもとに、各サービス毎に物理的／論理的に独立しているパケット蓄積バッファ8311内へ、本パケットを挿入し、パケットセル化部8312にて、複数のATMセルへ再び変換する。

【0060】変換されたATMセルは、ATMレイヤレベルでのサービス（CBR/VBR（ABR）/UBRサービス）毎に物理的／論理的に独立しているセル蓄積バッファ8313へ挿入され、セル送出サーバ8314の指示により送出される。なお、本セル送出サーバでは、CBRサービス、VBR（ABR）サービス、UBRサービスの順でセルを送出する完全優先制御を実現する。

【0061】CL/BE品質モニタ部85では、CLサービスもしくはBEサービスを要求するIPパケットフローが被るサービス品質を監視し、所定の品質が得られているか否かを判断し、必要に応じて、Gサービス/

CBRコネクションルート制御部86に対して、より高い優先権が与えられるGサービスの転送ルートを変更するよう要求する。

【0062】上記品質の監視方法としては、以下の方法が考えられる。

(1) 制御パケットを生成、転送し、相手先ルータへの転送に要する時間を計測し、本値をもとに、所定の品質を満足するか否かを判断する。具体的には、図8に示す制御パケット75をパケット蓄積バッファ8311のCL用バッファもしくはBE用バッファ内に挿入し（その際、バッファ内への挿入時刻を本制御パケット内に記載する）、相手先ルータへ転送を行い、折り返し相手先ルータより通知される転送所用時間をCL/BE品質モニタ部85にて受信し、本値をもとに判断する。

(2) CLもしくはBEサービスが転送されるATM網内のルート上の空き帯域量を算出し、本値をもとに、所定の品質を満足させることができるか否かを判断する。具体的には、CL/BE品質モニタ部85にて周期的に、ATM網上での各物理リンクにおける空き帯域量に関する情報を取得し（PNNIにて規定されているルー

チングプロトコルを実行）、本情報をもとに、上記サービスを収容する仮想コネクション（VBR（ABR）コネクションもしくはUBRコネクション）が設定されているルート上の空き帯域量を算出し、本値をもとに判断する。

【0063】Gサービス/CBRコネクションルート制御部86では、CL/BE品質モニタ部85より通知されるCLサービスもしくはBEサービスに対して提供されるサービス品質が、所定の品質を満足しているか否かを判断し、満足しなければ、Gサービスを要求するIPパケットフローを収容するCBRコネクションの設定ルートを変更する。具体的には、各出力ポートにおいてPNNIにて規定されるルーチングプロトコルをあらかじめ実行することにより得られた各出力ポートの接続先であるATM網内のトポロジー情報をもとに作成された複数のルート候補が記載される、図7に示すようなCBRコネクション出力ポート/ルート候補表を用いて、現在使用されているルートとは異なるルートを選択し、該ルートに従ったCBRコネクションを設定するようATM網に対して要求を行う。その際、新たに選択したCBRコネクションの設定ルートが、現在の出力ポートとは異なるポートを利用するならば、その旨を出力ポート制御部84に通知し、Gサービスを要求するIPパケットのルーチング情報を変更するようにする。

【0064】以下では、高い優先権が与えられたGサービスを要求するIPフローを収容するCBRコネクションが既に設定されている条件のもとで、低い優先権が与えられたBEサービスを要求するIPフローを収容するUBRコネクションを新規に設定する際のルーチングの決定手法について図10と図4を用いて説明する。

【0065】この場合の制御手順の一例を図11のフローチャートに示す。新規に設定使用する低い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートと既設定の高い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートが、少なくとも1本の物理回線を共有して設定される場合、低い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送品質（もしくは、該セルにより転送されるIPパケットの転送品質）の予測値が要求品質を満たせるか否かを調べる（ステップS21）。そして、満たせないと判断された場合は（ステップS22）、既設定の高い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートを変更する（ステップS23）。ただし、異なるルートとしては、高い優先権のセルに満足のいく転送品質を提供できることが条件であり、そのようなルートが他に存在しない場合には、ルートの変更は行わない。

【0066】さて、図10では、図1と同様のIPパケット通信網が構成されており、ルータA-SWa-SWb-SWe-ルータBのルートにてCBRコネクション142が既に設定されている。ここで、新たにUBRコネクションの設定を行う場合、本コネクションを設定し

ようとするルートが通過する物理回線のうち少なくとも1本の回線上に、既にGサービスを要求するIPフローを収容するCBRコネクションが存在する場合、該UBRコネクション上を転送されるBEサービスを要求するIPフローが被るサービス品質を予測し、本品質が満足

のいくものであるか否かを判断する必要がある。
【0067】例えば、ルータA(121)では、本UBRコネクション上を転送すべきIPフローについてユーザにより通知される転送品質の申告値と、本UBRコネクションが通過することになる各ATM交換機(SWa(131)、SWb(132)、SWe(135))において本UBRコネクションにより使用可能となる帯域量とを把握し、本UBRコネクションが通過する各ATM交換機間もしくはルータとATM交換機間において、UBRコネクションが使用可能な帯域量と、申告値とを比較し、全てのATM交換機間およびルータとATM交換機間において上記帯域量が申告値を上回れば、新規に設定するUBRコネクションにより転送されるIPフローは満足

のいくサービスが得られると判断する。そして、高い優先権が与えられたGサービスを要求するIPフローを収容するCBRコネクションはそのまま維持される。
【0068】一方、ATM交換機間およびルータとATM交換機間のうち上記帯域量が申告値を下回る箇所が存在すれば、新規に設定するUBRコネクションにより転送されるIPフローは満足

のいくサービスが得られないと判断し、高い優先権が与えられたGサービスを要求するIPフローを収容するCBRコネクションを、図7に示したような表を参照するなどして異なるルート(ただし満足

のいくサービス品質を提供できるもの)となるように変更する。
【0069】図4は、ルータAからルータBに対して既に設定されているCBRコネクション142(ルータA-SWa-SWb-SWe-ルータB)を異なるルートを通るCBRコネクション143(ルータA-SWa-SWc-SWd-SWe-ルータB)に張り替え、新規にUBRコネクション141(ルータA-SWa-SWb-SWe-ルータB)を設定した様子

を示している。
【0070】なお、仮想コネクションの張り替えを行う場合、上記のように現在既に設定されているATM網内に閉じて仮想コネクションの張り替えを行う方法の他に、図5と図6を用いて既に説明したように、現在設定されているATM網とは異なるATM網内に仮想コネクションを新たに設定する方法も考えられる。この場合も、可能であれば現在既に設定されているATM網内に閉じて仮想コネクションの張り替えを行い、可能でなければ現在設定されているATM網とは異なるATM網内に仮想コネクションを新たに設定するようにすると好ましい。

【0071】なお、この場合におけるルータの構成は、

基本的には図9に示したものと同様である。ただし、低い優先権が与えられたBEサービスを要求するIPフローを収容するUBRコネクションは設定されていないので、CL/BE品質モニタ部85では、上記のように申告値と帯域量との比較により、より高い優先権が与えられるGサービスの転送ルートを変更するか否かを判断する。

【0072】以下では、低い優先権が与えられたBEサービスを要求するIPフローを収容するUBRコネクションが既に設定されている条件のもとで、高い優先権が与えられたGサービスを要求するIPフローを収容するCBRコネクションを新規に設定する際のルーチングの決定手法について図12を用いて説明する。

【0073】この場合の制御手順の一例を図13のフローチャートに示す。既設定の低い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートと新規に設定しようとする高い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートの候補が、少なくとも1本の物理回線を共有する場合、低い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送品質(もしくは、該セルにより転送されるIPパケットの転送品質)の予測値が要求品質を満たしているか否かを調べる(ステップS31)。そして、満たしていないと判断された場合は(ステップS32)、高い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートを別の候補から選択する(ステップS33)。

【0074】さて、図12では、図1と同様のIPパケット通信網が構成されており、ルータA-SWa-SWb-SWe-ルータBのルートにてUBRコネクション151が既に設定されている。ここで、新たにCBRコネクションの設定を行う場合、図7に示したような表を参照するなどして本コネクションの設定ルートを決定するが、その際に、既に設定されているUBRコネクション上を転送されているIPフローが被るサービス品質が、本CBRコネクションを新たに設定することによりどのように変化するかをあらかじめ見積もっておき、本品質が満足

のいくものであるか否かを判断する必要がある。
【0075】例えば、ルータA(121)では、まず、本UBRコネクション上を転送されているIPフローのトラフィック特性の現在の観測値もしくは本IPフローの転送前にユーザにより通知された申告値と、本UBRコネクションが通過する各ATM交換機(SWa(131)、SWb(132)、SWe(135))において本UBRコネクションにより現在使用可能な帯域量を把握しておく。そして、新規に設定を行うCBRコネクションの設定候補ルート152が通過する物理回線のうち少なくとも1本の回線上に上記UBRコネクション151が存在すれば、本設定候補ルート上にCBRコネクションが設定された際に本CBRコネクションにより確保されてしまう帯域量を取り除いた帯域量を、該当するA

TM交換機（図12の例では、SWb、SWe）にて算出する。新たに算出された帯域量と、トラヒック特性に基づき、本設定候補ルート上にCBRコネクションが設定された際における上記UBRコネクションにて転送されるIPフローが被るサービス品質の予測値を算出する。この品質の予測値に対する判断方法としては、例えば、各ATM交換機間もしくはルータとATM交換機間において、UBRコネクションが使用可能な帯域量と、トラヒック特性として得られたIPパケットの転送速度（例えば、平均転送速度、最大転送速度など）とを比較し、全てのATM交換機間およびルータとATM交換機間にて、前記帯域量が転送速度を上回っていれば、UBRコネクションにより転送されるIPフローは引き続き満足のいくサービスが得られると判断する。そして、本設定候補ルートをCBRコネクションの設定に使用するルートとして決定する。

【0076】一方、帯域量が転送速度を下回る箇所が存在すれば、UBRコネクションにより転送されるIPフローは満足のいくサービスが得られないと判断し、上記ルートとは別のCBRコネクションの設定候補ルートに対して、同様の判断を行う。

【0077】もちろん、新規に設定を行うCBRコネクションの設定候補ルートが通過する物理回線のいずれにも新規に設定するUBRコネクションが存在しなければ、上記の判断は不要である。

【0078】もし最終的に帯域量が転送速度を上回るルートが存在しなければ、帯域量が転送速度最に最も近いルートを選択する。なお、この場合におけるルータの構成は、基本的には図9に示したものと同様である。ただし、高い優先権が与えられたGサービスを要求するIPフローを収容するCBRコネクションは設定されていないので、Gサービス／CBRコネクションルート制御部86では、ルートの設定変更に関する処理を行うのではなく、新規なルート設定に関する処理を行う。

【0079】以上、（1）低い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートと高い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートが、少なくとも1本の物理回線を共有して設定されている場合における制御、（2）新規に設定使用する低い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートと既設定の高い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートが、少なくとも1本の物理回線を共有して設定されている場合における制御、（3）既設定の低い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートと新規に設定しようとする高い優先権が与えられたサービスを要求するセルの転送ルートの候補が、少なくとも1本の物理回線を共有する場合における制御について説明したが、ルータは、上記の（1）～（3）の3つの制御のうちの1つだけ行うようにしても良いし、任意の2つ制御あるいは3つすべての制御を行うようにしても良い。

【0080】以上では、ルータ間がATM網を介して接続されたIPパケット通信網環境に本発明を適用した実施形態について説明したが、例えばイーサネットやFDDI網のような、ATM網とは異なる通信網によりルータ間が接続されたIPパケット通信網環境における本発明の適用も可能である。

【0081】図14は、本発明の一実施形態に係る、図1や図5とは異なるIPパケット通信網の基本構成の一例である。本通信網では、ルータA（921）とルータ1（923）、ルータ2（924）、そしてルータ3との間が通信網1（911）を介して、ルータ1、ルータ2とルータB（922）との間が通信網2（912）を介して、ルータ3とルータBとの間が通信網3（913）を介して接続されている。各々のルータでは、該ルータが接続されている通信網にて規定されたデータフォーマットに従うようにIPパケットを変換した後に該通信網へ送出する機能、該ルータが接続されている通信網より受信したデータをIPパケットに変換する機能を具備するものとする。

【0082】図14においては、ルータAとルータBとの間のGサービスフロー、BEサービスフローの通信が、共にルータAー通信網1ールータ1ー通信網2ールータBのルートにて行われている。なお、Gサービスフローのルートを932、BEサービスフローのルートを931で示す。また、各ルータでは、完全優先制御に基づくパケット転送スケジューリングを行っており、Gサービス、CLサービス、BEサービスの順に優先順位を割り当てているものとする。

【0083】本実施形態では、低い優先権が割り当てられたサービスを要求するIPパケットフローが被るサービス品質が大きく劣化するのを防ぐために、同一ルータを用いて転送されているより高い優先権が与えられたサービスを要求するIPパケットフローの転送ルートを、前記の低い優先権が割り当てられたサービスを要求するIPパケットフローの転送ルートとは異なるルートとなるように変更する。

【0084】この場合の制御手順の一例は先に示した図3のフローチャートようになる。制御パケットを実際に送出することにより得た現時点のサービス品質、もしくは中継通信網、中継ルータにおける空きリソース量（使用可能な網帯域、バッファ量）より推測した現時点のサービス品質をもとに、低い優先権が割り当てられたサービス（図14では、BEサービス）を要求するIPパケットフローが被るサービス品質が、所定の品質（例えばIPフローのトラヒック特性の現在の観測値もしくはIPフローの転送前にユーザにより通知された申告値）を満たしているか否かを判断し（ステップS11）、該品質が満足のいかないものであれば（ステップS12）、高い優先権が割り当てられたサービス（図14では、Gサービス）を要求するIPパケットフローの

ルートを、本サービスが要求するサービス品質を違反しない条件の下で変更する（ステップS13）。

【0085】例えば、図15に示すように、Gサービスを要求するパケットのルート932を、ルータA-通信網1-ルータ3-通信網3-ルータBのルート933に変更するために、ルータAでは、前記パケットの転送先をルータ1よりルータ3へ変更すると共に、ルータAはルータ3に対して、前記パケットをルータB宛に転送するよう指示する。

【0086】図16に、本発明の一実施形態に係る、図9とは異なるルータの基本構成の一例を示す。ルータにおけるデータの送受信がATMレイヤを介してのみ行われる図9の構成とは異なり、図16では、ATM網に限定しない通信網からのデータの送受信を行う場合のルータの構成例である。

【0087】本ルータは、基本的には図9に示したルータと同様の構成であり、入力データとして到着したIPパケットをパケット受信/組立部8113にて受信し、出力ポート選択部84にて指定された出力ポートへIPパケット交換部82により転送され、各サービス毎に論理的または物理的に分割されたパケット蓄積バッファ8316にて蓄積された後に、パケット送出サーバ8317にて、完全優先制御に基づき前記バッファ内のパケットを引き出し、パケット送信部8318より出力する。なお、ルータが接続されている通信網にてIPパケットでのデータ送信、受信が不可能である場合には、パケット受信/組立部8113において、受信したデータパケットはIPパケットに、パケット送信部8318において、送信すべきIPパケットは、通信網にて規定されたデータパケットフォーマットにそれぞれ変換を行う。出力ポート選択部84では、Gサービス転送ルート制御部861からの指示に従い、Gサービスの転送先出力ポートが決定される。また、中継ルータへ（図15における、ルータ1～3）へのGサービスの転送ルートの指示も、ルータA内のGサービス転送ルート制御部861にて通知する（図中の8319）。なお、Gサービス転送ルート制御部では、CL/BE品質モニター部85より通知されるCLサービスもしくはBEサービスを要求するIPパケットフローが被るサービス品質に基づき、Gサービス出力ポート/ルート候補表871に挙げられているルートの候補から、Gサービスを要求するIPパケットフローの転送ルートの変更を、必要に応じて行う。

【0088】なお、図14では、転送ルートの変更を行う場合、上記のようにルータA側では接続する通信網には変更はなかったが、先に図5と図6を用いて説明したように、現在接続されている通信網とは異なる通信網に接続し直す方法も考えられる。この場合、ルータAでは、本パケットの送受信を行うインタフェース部の変更を行う。

【0089】また、本実施形態でも、高い優先権が与え

られたGサービスを要求するIPパケットフローのルートが既に設定されている条件のもとで、低い優先権が与えられたBEサービスを要求するIPパケットフローのルートを設定する場合についても、同様のケースについて先の実施形態で説明したものと同様の方法でルートの制御を行うことができる。

【0090】この場合の制御手順の一例は先に示した図11フローチャートのようになる。すなわち、新規に設定使用する低い優先権が与えられたサービスを要求するパケットのルートと既設定の高い優先権が与えられたサービスを要求するパケットのルートが、少なくとも1本の物理回線を共有して設定される場合、低い優先権が与えられたサービスを要求するパケットの転送品質の予測値が要求品質を満たせるか否か調べる（ステップS21）。そして、満たせないと判断された場合は（ステップS22）、既設定の高い優先権が与えられたサービスを要求するパケットのルートを変更する（ステップS23）。ただし、異なるルートとしては、高い優先権のパケットに満足いく転送品質を提供できることが条件であり、そのようなルートが他に存在しない場合には、ルートの変更は行わない。

【0091】なお、この場合におけるルータの構成は、基本的には図14に示したものと同様である。ただし、低い優先権が与えられたBEサービスを要求するIPパケットフローのルートは設定されていないので、CL/BE品質モニター部85では、先の実施形態で述べたようにユーザにより通知される転送品質の申告値と該低い優先権のパケット転送に使用可能な帯域量との比較により、より高い優先権が与えられるGサービスの転送ルートを変更するか否か判断する。

【0092】また、本実施形態でも、低い優先権が与えられたBEサービスを要求するIPパケットフローのルートが既に設定されている条件のもとで、高い優先権が与えられたGサービスを要求するIPパケットフローのルートを設定する場合についても、同様のケースについて先の実施形態で説明したものと同様の方法でルートの制御を行うことができる。

【0093】この場合の制御手順の一例は先に示した図13フローチャートのようになる。すなわち、既設定の低い優先権が与えられたサービスを要求するパケットのルートと新規に設定しようとする高い優先権が与えられたサービスを要求するパケットのルートの候補が、少なくとも1本の物理回線を共有する場合、低い優先権が与えられたサービスを要求するパケットの転送品質の予測値が要求品質を満たしているか否か調べる（ステップS31）。そして、満たしていないと判断された場合は（ステップS32）、高い優先権が与えられたサービスを要求するパケットのルートを別の候補から選択する（ステップS33）。

【0094】もちろん、量ルートの物理回線に重複部分

が存在しなければ、上記の判断は不要である。もし最終的に転送品質の予測値が要求品質を満たすルートが存在しなければ、転送品質の予測値が要求品質に最も近いルートを選択する。

【0095】なお、この場合におけるルータの構成は、基本的には図15に示したものと同様である。ただし、高い優先権が与えられたGサービスを要求するIPパケットフローのルートは設定されていないので、Gサービス転送ルート制御部861では、ルートの設定変更に関する処理を行うのではなく、新規なルート設定に関する処理を行う。

【0096】もちろん、本実施形態でも、上記の3種類の制御のうちの1つだけ行うようにしても良いし、任意の2つ制御あるいは3つすべての制御を行うようにしても良い。本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、その技術的範囲において種々変形して実施することができる。

【0097】

【発明の効果】本発明によれば、低優先で転送しても良い第1の通信情報の転送品質があらかじめ定められた第1の品質を満足しない場合または満足しないと予測される場合、該低優先で転送しても良い第1の通信情報を転送するパケットが通過し得る第1のルートと少なくとも1本の物理回線を共有する高優先で転送すべき第2の通信情報を転送するパケットが通過し得る第2のルートを変更することにより、低優先で転送しても良い第1の通信情報のパケット転送に提供されるサービス機会、物理回線上のリソースが増加するため、低優先で転送しても良い第1の通信情報のパケット転送の被る転送品質が大きく低下することを回避でき、より良い転送品質を提供することが期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るIPパケット通信網の基本構成を示す図

【図2】同実施形態におけるスケジューリング機能の一例を示す図

【図3】パケット転送ルート決定処理の一例を示すフローチャート

【図4】CBRコネクションの設定ルート変更の一例を説明するための図

【図5】本発明の一実施形態に係るIPパケット通信網の他の基本構成を示す図

【図6】CBRコネクションの設定ルート変更の一例を説明するための図

【図7】CBRコネクション設定可能ルート候補表の一例を示す図

【図8】制御パケットを用いた転送品質の点検方法の一例を説明するための図

【図9】本発明の一実施形態に係るルータの基本構成を示す図

【図10】CBRコネクションの設定ルート変更の一例を説明するための図

【図11】パケット転送ルート決定処理の他の例を示すフローチャート

【図12】CBRコネクションの設定ルート変更の一例を説明するための図

【図13】パケット転送ルート決定処理のさらに他の例を示すフローチャート

【図14】本発明の一実施形態に係るIPパケット通信網のさらに他の基本構成を示す図

【図15】Gサービスの転送ルート変更の一例を説明するための図

【図16】本発明の一実施形態に係るルータの他の基本構成を示す図

【符号の説明】

11, 71, 411, 412, 911~913...ATM網

12...CBRセル収容キュー

13...UBRセル収容キュー

14...スケジューリング部

15...送出部

121, 122, 421, 422, 721, 722, 921~925...ルータ131~135, 431~435, 436~439, 731, 732, 735...ATM交換機

811~81m...入力ポート

82...IPパケット交換部

831~83n...出力ポート

84...出力ポート選択部

85...CL/BE品質モニタ部

86...Gサービス/CBRコネクションルート制御部

87...CBRコネクション出力ポート/ルート候補表

8111...セル受信部

8112...パケット組立部

8311...パケット蓄積バッファ

8312...パケットセル化部

8313...セル蓄積バッファ

8314...セル送出サーバ

8315...ATMレイヤ制御部

861...Gサービス転送ルート制御部

871...Gサービス出力ポート/ルート候補表

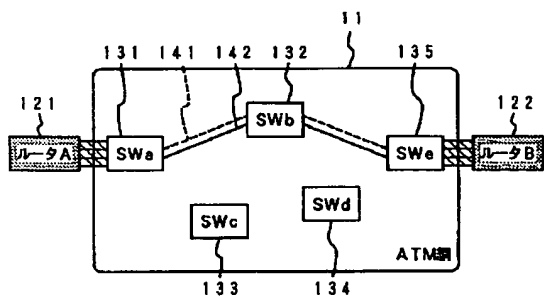
8113...パケット受信/組立部

8316...パケット蓄積バッファ

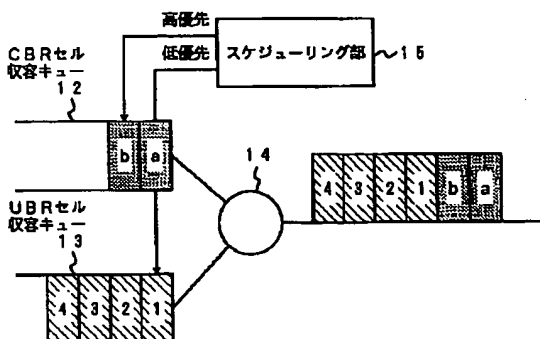
8317...パケット送出サーバ

8318...パケット送信部

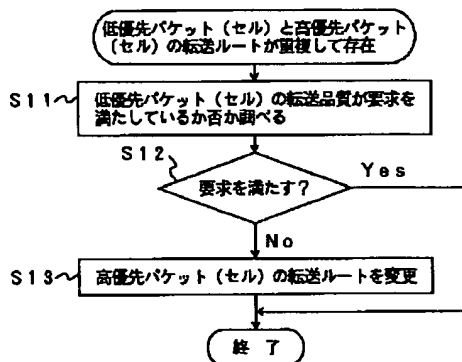
【図 1】



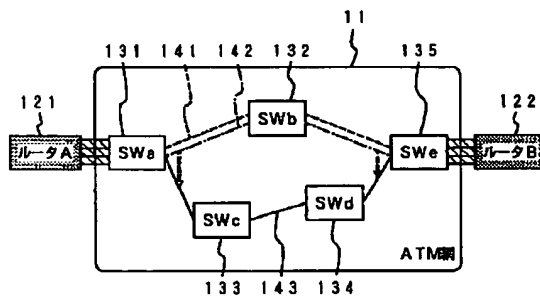
【图2】



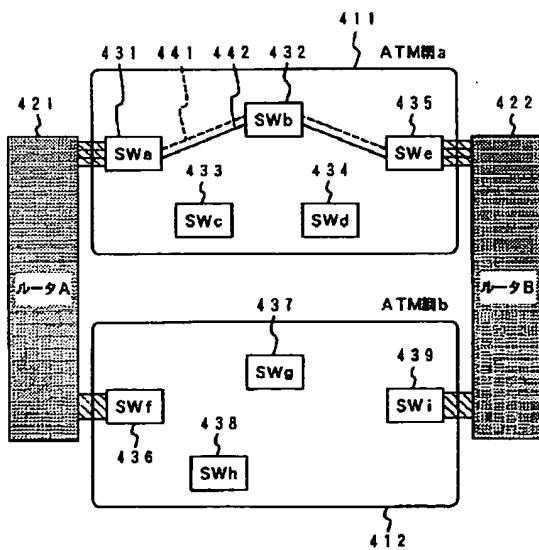
【図 3】



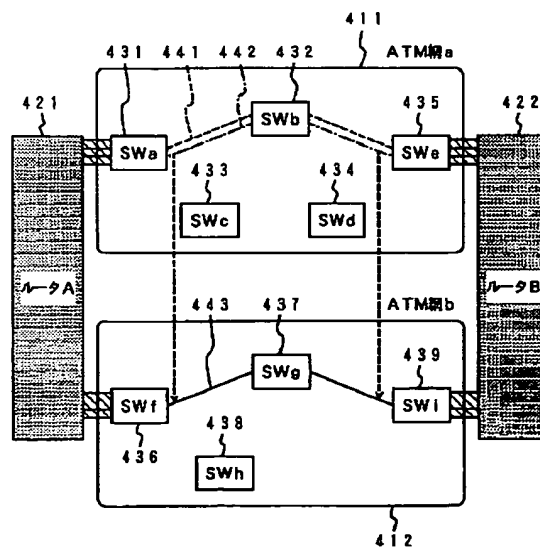
【図4】



【図 5】



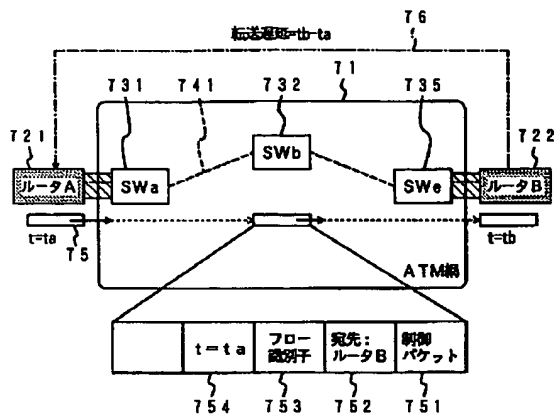
【図6】



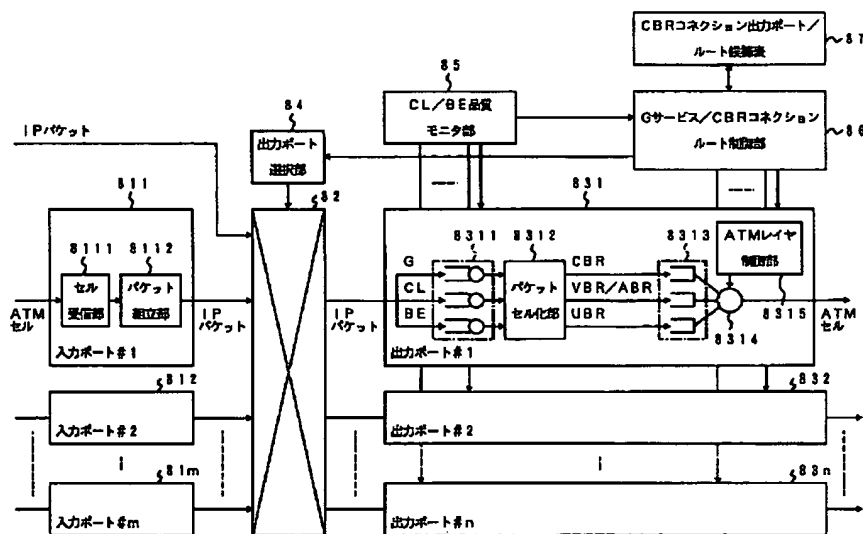
【図7】

宛先 ルータ	CBRコネクション 設定可能ルート	出力 ポート	最低 保証品質
B	SWa-SWb-SWe	a	50ms
B	SWa-SWc-SWd-SWe	a	60ms
B	SWa-SWb-SWd-SWe	a	80ms
B	SWf-SWe-SWi	b	50ms
B	SWf-SWh-SWi	b	50ms
B	SWf-SWg-SWh-SWi	b	80ms

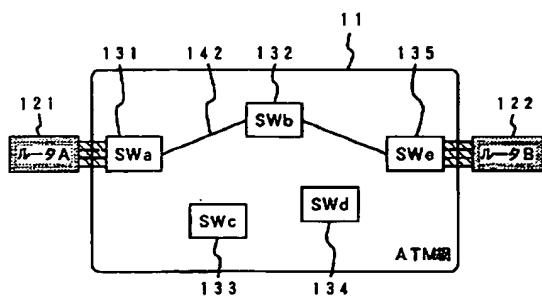
【図8】



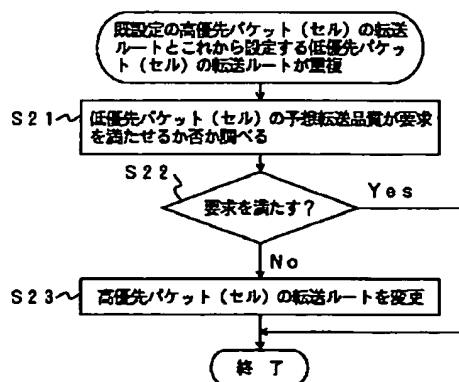
【図9】



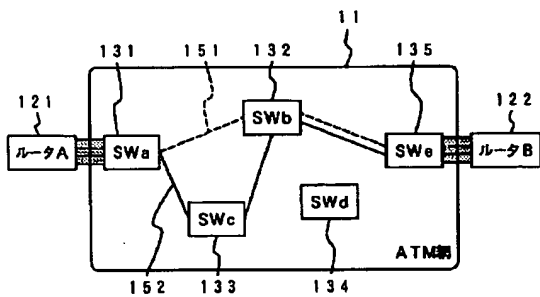
【図10】



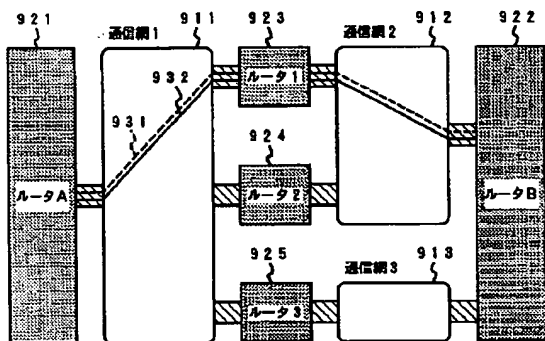
【図11】



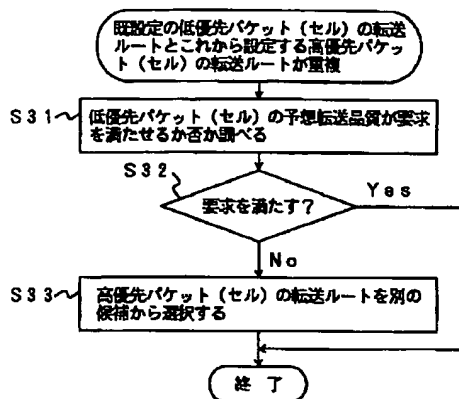
【図12】



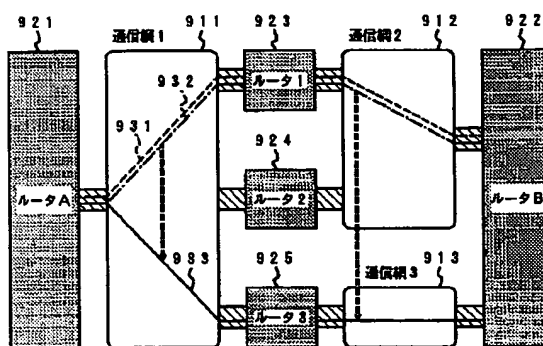
【図14】



【図13】



【図15】



【図16】

